Lane Medical Library

Untersuchungen

über die

Schwankungen in der Zusammensetzung der Milch

bei gebrochenem Melken.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

einer

hohen philosophischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Hugo Kaull

aus Riga.

Halle a. S.

S. Schlesingers Buchdruckerei.

1889.

Seiner lieben Mutter,

dem Andenken seines guten Vaters

gewidmet.

Dem Herrn Prof. Dr. W. Kirchner, seinem hochverehrten Lehrer, fühlt sich Verfasser dieses verpflichtet, seinen ergebensten Dank auszusprechen für die Anregung zu dieser Untersuchung, wie auch für die während derselben erteilten schätzbaren Ratschläge.

Die chemische Zusammensetzung des Sekretes der Milchdrüsen bei den Säugetieren ist bei den weiblichen Individuen verschiedener Gattung sehr abweichend, wie dies die zahlreichen Analysen der Milch von Kühen, Stuten, Eselinnen, Ziegen, Hündinnen etc., aber auch der Frauenmilch darthun.

Aber selbst bei Tieren einer Gattung, ja derselben Rasse, ebenso bei solchen, die hinsichtlich der Nahrung, wie auch der Pflege und Haltung ganz gleichen Bedingungen ausgesetzt sind, unterliegt die chemische Zusammensetzung der gebildeten Milch gewissen Schwankungen, die im Laufe des Jahres entweder allmälig und regelmässig oder auch plötzlich und daher scheinbar zufällig auftreten. Ebenso zeigen sich auch Unterschiede in der Höhe der täglich produzierten Milchmenge.

Diese Erscheinungen stehen entweder mit einem veränderten Gesundheitszustande der Tiere in Zusammenhang, können aber auch bei völligem Wohlbefinden derselben, durch die Art der Fütterung resp. durch die verschiedene Qualität des Futters, die Zweckmässigkeit der dargereichten Rationen etc. hervorgerufen werden. Ebenso übt ein Wechsel in der Pflege und Haltung der Tiere leicht eine Wirkung auf den Milchbildungsprozess aus. Auch die allmälig vorschreitende Dauer der Laktation äussert einen bestimmten Einfluss auf die Zusammensetzung der sich bildenden Milch.

Im allgemeinen sind jedoch diese Schwankungen in der Höhe des Vorkommens der einzelnen Milchbestandteile nicht sehr erheblich und betragen meist nur Bruchteile von Prozenten.

Weit bedeutender sind die Unterschiede in der Beschaffenheit derjenigen Milchproben, welche im Verlaufe einer Melkung

gesondert aufgefangen werden. Es zeigt sich hierbei, dass die dem Euter, resp. der Milchdrüse zuerst entzogene Milch von wässrigem Aussehen und sehr rahmarm im Vergleich zu der zuletzt gewonnenen, äusserst fettreichen Milch ist. Diese Erscheinung ist um so auffälliger, als die Abweichungen in der Zusammensetzung der einzelnen Milchproben sehr gross sind und es noch immer nicht gelungen ist für letztere eine völlig befriedigende Erklärung zu finden, wie dies aus den zum Teil einander widersprechenden Ansichten hervorgeht, welche in neuester Zeit über die Natur dieser merkwürdigen Zu- und Abnahme des Fettgehaltes der Milch geltend gemacht worden sind. Weitere Versuche behufs einer Klärung der in Rede stehenden Verhältnisse können daher gerechtfertigt erscheinen, und somit möge die vorliegende Arbeit als ein bescheidener Beitrag angesehen werden, jene ebenso schwierige als interessante Frage nach der Ursache des wechselnden Fettgehalts der Milch ihrer Lösung entgegenzuführen.

Es mag hier gleich eingangs bemerkt werden, dass diese Untersuchung auf Veranlassung unseres hochverehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. Kirchner in Halle unternommen wurde; ausgeführt wurde dieselbe von uns im landwirtschaftlich-physiologischen Laboratorium der Universität Halle-Wittenberg mit den Hilfsmitteln des landwirtschaftlichen Institutes, wie sie vom allverehrten Leiter desselben, dem Geh. Regier.-Rat Herrn Prof. Dr. Kühn uns gütigst und in reichlichem Maasse zur Verfügung gestellt wurden.

Da unsere Untersuchung an die früheren Arbeiten über den beregten Gegenstand anzuknüpfen hat, so erscheint es zweckmässig, diese selbst zunächst einer kurzen Besprechung zu unterziehen, woraus zugleich erhellen wird, welche Meinungen über die Natur jener Schwankungen im Gehalte der Milch an den einzelnen konstituierenden Elementen, sich allmälig herangebildet haben, welches die jetzt herrschenden sind und inwieweit sie durch ein entsprechendes Beweismaterial belegt erscheinen.

Bezüglich der älteren Litteratur giebt das umfassende

Werk Benno Martiny's*) an, dass die ersten Ermittelungen der obwaltenden Unterschiede in der Zusammensetzung der Milch von Anderson im Jahre 1791 gebracht wurden. Zu Anfang unseres Jahrhunderts haben dann Parmentier et Deyeux (1800), ferner Schübler und E. v. Fellenburg (1817) ebenfalls entsprechende Angaben veröffentlicht, jedoch beziehen sich diese nur auf den verschiedenen Rahmgehalt, wie er beim Auffangen eines Gemelkes in mehreren Absätzen (Proben), also bei sogenanntem „gebrochenem" Melken beobachtet werden kann.

Vollständige Milchanalysen führte im Jahre 1836 Péligot**) aus, wobei er feststellte, dass die Milch einer Eselin umso wasserreicher wurde, je länger man das Sekret im Euter beliess. Dabei fand Péligot die schon bekannte Thatsache bestätigt, dass der Fettgehalt der Endmilch eines Gemelkes wesentlich höher sei, als der der Erstmilch.

In den Jahren 1843 und 1844 untersuchte ferner Reiset***) ebenfalls die Zusammensetzung verschiedener, bei gebrochenem Melken erhaltenen Milchproben, wobei sich herausstellte, dass die Unterschiede bei denselben um so erheblicher ausfielen, je länger die Pause zwischen je zwei Abmelkungen bemessen war; ferner beobachtete Reiset, dass bei Einhaltung sehr kurzer Melkpausen, entgegengesetzt aller bisherigen Erfahrung, die erste Milch eines Gemelkes sogar fettreicher sein könne als die zuletzt ermolkene Milch.

Bouchardat et Quevenne (du lait, Paris 1857) untersuchten in den Jahren 1843 und 1844 die Milch von vier Kühen und vervollständigten ihre Analysen auch durch die Bestimmung des specifischen Gewichtes der gewonnenen einzelnen Milchproben. Dabei erwies sich die während einer Melkung zuletzt erhaltene Milch bei höherem Fettgehalte specifisch leichter, als die zuerst ermolkene Milch, deren Fettreichthum geringer war.

---

*) Benno Martiny, Die Milch etc. Danzig 1871.

**) Annales de physique et de chimie, 2 ième serie tome LXII pag. 437.

***) Annales de physique et de chimie, III ième serie tome 25, pag. 82.

Im Jahre 1858 führte dann Boussingault*) seinen bekannten Versuch aus, bei welchem das Morgengemelk einer Kuh in sechs gesonderten Proben aufgefangen und der Analyse unterworfen wurde. Letztere ergab für den Fettgehalt eine regelmässige Zunahme von der ersten bis zur sechsten Probe; für die übrigen Stoffe liess sich eine solche Regel nicht erkennen.

1859 machte Hellriegel**) einige Analysen von Morgen-, Mittags- und Abendgemelken, welche er gesondert, jedes in mehreren Proben zu je ein Quart, auffing. Auch hierbei stellte sich der Fettgehalt der Endmilch eines Gemelks höher heraus, als bei der Erstmilch.

Bis hierher begnügte man sich, die Schwankungen im Gehalte der Milch an den einzelnen Bestandteilen aufzudecken, ohne wesentlich mehr als Vermutungen über die Ursache und die Natur derselben zu äussern. Die Annahme, dass innerhalb der Drüsen eine Entrahmung der Milch vor sich gehe, wurde unwahrscheinlich, als man ähnliche Verhältnisse, wie die eben für die Kuh- und Eselsmilch besprochenen, auch bei der Frauenmilch feststellte. Die im allgemeinen wagerecht gestellten Brustdrüsen der Frau mussten den Vorgang der Aufrahmung unmöglich erscheinen lassen, triftiger noch wurde die Möglichkeit einer solchen Entrahmung durch die genaue Kenntnis des anatomischen Baues der Milchdrüse widerlegt.

Erst in neuerer Zeit haben Fleischmann***), Hofmann†) und später auch Schmidt-Mühlheim††) für das von den übrigen Stoffen so sehr abweichende Verhalten des Fettes eine exaktere Erklärung zu geben versucht. Zugleich haben die beiden zuletzt genannten Autoren auch das Verhalten der Eiweissstoffe, des Zuckers und der Asche der Milch unter den angegebenen Umständen und zwar eingehender, als es bisher geschehen, untersucht. Beide kamen zum

*) Annales de chimie et de physique, IV ième serie pag. 149. 1866.
**) Annales der Landw. in d. kgl. preuss. Staaten. XXXIII. 1859.
***) Fleischmann, Molkereiwesen Braunschweig 1875.
†) Hofmann. Die angebliche Neubildung der Milch. Leipzig 1881.
††) Schmidt-Mühlheim. Arch. f. d. ges. Physiol. XXX. 1883.

nämlichen Resultat, wonach alle Unterschiede in der Zusammensetzung der bei gebrochenem Melken gewonnenen Milchproben einzig durch das gleich zu besprechende, eigentümliche, physikalische Verhalten der Fettkügelchen in der Milch hervorgebracht werden, wie das Fleischmann vor ihnen bereits näher charakterisiert hatte. Nach den genannten Forschern wird der abnorm hohe Fettreichthum der letzten Portionen eines Gemelkes, nicht durch eine entsprechend gesteigerte Thätigkeit der Milchdrüsen bewirkt, sondern habe seine Ursache darin, dass die grösseren Fettkügelchen, auf ihrer Wanderung durch die feinsten Ausführungsgänge, an deren Wänden adhärieren, von wo sie, nach der Ansicht Fleischmann's durch einen mächtigen, während des Melkens entstehenden Sekretionsstrom in die Milchcysternen der Drüsen hinabgerissen und so in den letzten Portionen des Gemelkes erhalten werden. Diese angebliche Neubildung der Milch während des Melkens leugnet Hofmann, während er im Übrigen mit Fleischmann, namentlich inbezug auf ein Adhärieren der Fettkügelchen, völlig übereinstimmt. Schmidt-Mühlheim, der gleichfalls wie Hofmann die Entstehung eines Sekretionsstromes während des Melkens für wenig wahrscheinlich hält, erweitert die Fleischmann'schen Ausführungen noch dahin, dass ein vollständiges Hinabspülen der, in den feinsten Kanälen angestauten Fettkügelchen während einer Melkung nie erfolge, weil ein vollständiges Ausmelken überhaupt unmöglich sei; erst nachträglich, etwa in einer Stunde, schwemme neugebildetes, nachrückendes Sekret, die vom letzten Melken noch zurückgebliebene, äusserst fettreiche Milch in die grösseren Milchcysternen der Drüsen, in denen dann ein Aufrahmungsprozess vor sich gehe, resp. die Fettkügelchen wieder aufsteigen sollen. Während Fleischmann sowol wie Hofmann und Schmidt-Mühlheim übereinstimmend eine mechanische Verschiebung des Fettgehaltes in oben angegebener Weise annehmen, um die wechselnde Milchzusammensetzung mehrerer Proben eines Ge-

*) Zeitschrift f. Biologie 1881, pag. 501.

melkes zu erklären, ist im Gegensatz hierzu von J. Forster und M. A. Mendes de Leon geltend gemacht, dass der Fettreichtum der sogenannten letzten Milch eines Gemelkes, weniger durch ein Adhärieren der Fettkügelchen an den Wänden der Ausführungsgänge, als vielmehr dadurch zu erklären sei, dass während und zu Ende einer Melkung die Absonderung der Fettkörperchen in stärkerem Masse erfolge, als vorher. Mendes de Leon*) begründet seine Anschauung folgendermassen:

„Nach den Fütterungsversuchen muss man — im Gegen-
„satz zu der allgemein verbreiteten Ansicht, dass das Milch-
„fett in der Brustdrüse gebildet werde. — annehmen, dass
„bei den milchproduzierenden Tieren, das in der Nahrung auf-
„genommene Fett, zu einem grossen Teile in die Milch über-
„geht. Man meint nun weiter, dass die für die Milch charak-
„teristischen Bestandteile (Eiweissstoffe, Milchzucker) in der
„Milchdrüse selbst gebildet werden, nicht unwahrscheinlich
„durch fermentative Vorgänge. Nach Obigem aber wird das
„Fett nicht in der Drüse geformt, sondern wird als solches
„durch das Blut zugeführt. Aus den Untersuchungen von
„Rauber muss man schliessen, dass dies durch die weissen
„Blutkörperchen geschieht. Jede Reizung, die reflek-
„torisch eine Erweiterung der Blutbahn in der
„Drüse hervorruft, könnte hiernach zu einem An-
„sammeln der lymphoiden Zellen in der Milch-
„drüse und damit zu einer zeitweise vermehrten
„Fettabsonderung führen, während die übrigen
„Bestandteile der Milch gleichmässig abgesondert
„werden."

Am Schluss seiner Arbeit bemerkt Mendes de Leon inbezug auf seine eben angeführten Schlussfolgerungen:

„Die Frage kann übrigens, wie wir nicht auszusprechen
„zögern, durch unsere wenigen Versuche nicht völlig beant-
„wortet werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das
„besprochene Phänomen aus den beiden erwähnten Einflüssen,

*) Zeitschrift f. Biologie 1881, pag. 501.

„nämlich dem mechanischen der Adhäsion und dem physio-
„logischen der reflektorischen Erregung, zusammen resultiert."

Das Wesentliche in den Ausführungen von Mendes de Leon beruht jedenfalls in der Behauptung, dass eine zeitlich wechselnde Funktion der Drüsenorgane, demnach ein physiologisches Moment, die Ursache jener bekannten Schwankungen im Fettgehalt der Milch sei. Der Gegensatz dieser Anschauungen zu denen von Fleischmann, Hofmann und Schmidt-Mühlheim ist ein vollständiger, und wenn Mendes de Leon selbst zugiebt, dass aufgrund seiner Untersuchungen die Frage noch nicht als endgiltig entschieden angesehen werden darf, so wird es zweckmässig sein, näher auf die imperimentelle Grundlage der Ansichten auch der anderen genannten Autoren einzugehen.

Fleischmann zunächst gelangte zu seinen oben mitgeteilten Ansichten über die Milchbildung und die Ursache jener Schwankungen im Fettgehalte, durch die Untersuchung zweier Kuheuter, bei welchen er sich durch Schätzung eine annähernde Vorstellung von der Grösse des Raumes zu verschaffen suchte, welcher der gebildeten Milch innerhalb des Euters zur Verfügung steht.

Zu dieser Schätzung des Hohlraumes der Milchdrüse bemerkt Hofmann mit Recht:

„Niemand wird verkennen, dass eine Schätzung des Vo-
„lumens in der Milchdrüse, ihrer offenen Gänge und Blüschen-
„räume, so grosse Fehler in sich schliessen muss, dass sie
„zu verlässigen Folgerungen ebenso wenig verwendbar ist
„wie die Schätzung der Luftkapazität der Lunge oder die
„Schätzung des Hohlraumes, den die Blutgefässe in Organen
„wie Leber und Milz einnehmen."

Wenn daher Fleischmann durch eine scharfsinnige Argumentation seine Theorie auch wahrscheinlich zu machen sucht, so ist doch nicht zu übersehen, dass die einzige thatsächliche Grundlage derselben, eben jene Schätzung, doch zu unsicher erscheint, um beweiskräftig zu sein.

Weit aussichtsreicher für eine Entscheidung unserer Frage ist der Weg, den Hofmann und im Anschluss an ihn Schmidt-Mühlheim betreten hat.

Hofmann fing ein Morgengemelk seiner Versuchskuh in 8 Absätzen auf, bei denen auf No. 1 575 *ccm* und auf No. 8 320 *ccm* Milch kamen, während die zwischenliegenden 6 Proben in der Grösse von zirca einem Liter genommen wurden. Das Melken geschah derart, dass die drei ersten Proben aus den beiden vorderen Strichen, die drei folgenden Proben aus den beiden Hinterstrichen gewonnen, während die beiden letzten durch kreuzweises Ausstreichen und thunlichstes „Auswalken" dem Euter entzogen wurden.

Die Analyse dieser 8 Proben ergab dann, wie zu erwarten, ein stetiges Ansteigen des Fettgehaltes von der ersten bis zur achten Probe und ein deutliches Zurücktreten in der Menge der übrigen Milchbestandteile.

Dem spekulativen Teile seiner Arbeit legt nun Hofmann den Gedanken zugrunde, dass die Frage, ob die letzte Milchportion genau dieselbe Zusammensetzung besitzt und gleichen Ursprunges ist, wie die erste Portion, sich mit aller Sicherheit dadurch ermitteln lässt, dass man statt der prozentischen Werte das relative Verhältnis der Bestandteile zu einander bestimmt und in den einzelnen Proben vergleicht. Er bezog daher die Mengen der Milchbestandteile, wie sie analytisch festgestellt waren auf 100 *g* Eiweiss in jeder Milchprobe für sich und fand in sämtlichen Proben das Verhältnis aller Bestandteile zu einander konstant, mit alleiniger Ausnahme des Fettes. Dieser Befund bildete dann die Grundlage für seine weiter oben dargelegten Schlussfolgerungen, zu welchen wir noch bemerken müssen, dass Hofmann die Möglichkeit, dass in den späteren Stadien der Melkung ausschliesslich Fett zu den fertig gebildeten Umwandlungsprodukten der Drüsenzellen gelange, als undenkbar abweist, während doch unmittelbar nach Veröffentlichung seiner Arbeit in der oben zitierten Abhandlung von Mendes und Forster diese Möglichkeit anerkannt und als Ursache des Fettreichtums der letzten Milchportionen eines Gemelkes hingestellt wurde.

Es harren also diese gegenteiligen Ansichten noch einer genaueren Prüfung und Klärung. Wenn wir weiter die

Schmidt-Mühlheim'sche Untersuchung in's Auge fassen, so sind bei derselben zwei Teile gesondert behandelt. Im ersten Teile seiner Abhandlung berichtet der geschätzte Autor über vier Versuche, bei welchen aus den beiden Hinterstrichen einer Holländerkuh nur die ersten und die letzten 500 *ccm* Milch zu Proben verwandt wurden, deren Analyse folgende Zahlenreihe ergab:

Tabelle I.

100 *g* Vollmilch enthalten.

	I. Versuch		II. Versuch		III. Versuch		IV. Versuch	
	Erste Milch	Letzte Milch	Erste Milch	Letzte Milch	Erste Milch	Letzte Milch	Erste Milch	Letzte Milch
Feste Stoffe	9,20	13,64	9,04	12,96	9,56	13,13	8,93	12,76
Caseïn	2,24	2,11	2,39	2,21	2,40	2,22	2,23	2,11
Albumin	0,31	0,23	0,33	0,31	0,36	0,39	0,32	0,34
Pepton	0,10	0,12	0,14	0,14	0,14	0,18	0,13	0,11
Fett	0,76	5,60	0,60	4,82	0,81	5,11	0,63	4,93
Zucker	5,08	4,92	4,85	4,84	5,13	4,53	4,93	4,62
Asche	0,69	0,66	0,69	0,67	0,77	0,73	0,71	0,71
Summa	9,18	13,64	9,—	12.99	9,61	13,16	8,95	12,82

Um nun den Einfluss, den das Fett auf die Verteilung der einzelnen Milchbestandteile gehabt haben konnte, zu eliminieren, rechnete Schmidt-Mühlheim die in obiger Tabelle für 100 *g* Vollmilch angegebenen Zahlen auf 100 *g* fettfreie Milch um, wie die folgende Tabelle ersehen lässt.

Tabelle II.

100 *g* fettfreie Milch enthalten.

	I. Versuch		II. Versuch		III. Versuch		IV. Versuch	
	Erste Milch	Letzte Milch	Erste Milch	Letzte Milch	Erste Milch	Letzte Milch	Erste Milch	Letzte Milch
Caseïn	2,26	2.23	2,40	2,32	2,42	2,34	2,24	2,22
Albumin	0,31	0,24	0,33	0,32	0.36	0,41	0.32	0,36
Pepton	0,10	0,12	0,14	0,14	0,14	0,19	0,13	0,12
Zucker	5,13	5,21	4,88	5,08	5,17	4,76	4,96	4,86
Asche	0,69	0,70	0,69	0,69	0,77	0,76	0,71	0,74

Schmidt-Mühlheim bemerkt zu diesen Ergebnissen: „Es ergiebt sich aus diesen Tabellen, dass das Serum „der letzten Milch von demjenigen der ersten keinen durch„greifenden chemischen Unterschied zeigt, dass vielmehr zwischen „beiden Flüssigkeiten eine Übereinstimmung besteht, die zur „Annahme berechtigt, beide verdankten gleichen Sekretions„verhältnissen ihr Entstehen“

In einem weiteren Teile derselben Abhandlung berichtet Schmidt-Mühlheim über den von ihm beobachteten Fettgehalt der Milch, wenn dieselbe in Pausen von 1, 2, 4 und 6 Stunden nach der letzten Melkung der Drüse entzogen wurde.

So enthielten

die ersten 50 *ccm* des ganzen Gemelkes an Fett .	0,52 %
„ letzten 100 „ „ „ „ „ „ .	8,11 „
30 *ccm* Milch eine Stunde nach geschehenem Melken gewonnen . . . „ „ .	7,98 „
40 *ccm* Milch zwei Stunden nach geschehenem Melken gewonnen . . „ „ .	2,85 „
50 *ccm* Milch vier Stunden nach geschehenem Melken gewonnen . . „ „ .	2,27 „
Nach 6 Stunden enthält die erste Milch „ „ .	1,97 „
„ „ „ „ „ letzte „ „ „ .	3,75 „

Bei diesen interessanten Resultaten ist nur zu bedauern, dass nicht auch die Zahlen für die übrigen Milchbestandteile ermittelt worden sind; sie bilden die Grundlage für die oben im Zusammenhang besprochenen Ansichten Schmidt-Mühlheim's über das Hinabschwemmen der Fettkügelchen in die grösseren Cysternen der Drüse und den darauf erfolgenden Aufrahmungsprozess.

Wir haben in Vorstehendem die Forschungen Hofmann's und diejenigen Schmidt-Mühlheims mit thunlichster Ausführlichkeit besprochen und auch die widersprechenden Ansichten von Mendes de Leon charakterisiert.

Im Laufe unserer Untersuchung werden wir auf einige Gesichtspunkte zurückzukommen haben, nach welchen, wenn auch nicht eine endgiltige Lösung, so doch eine Klärung der gegenteiligen Ansichten angebahnt werden kann.

In Verfolg der von Mendes angenommenen stärkeren Fettabsonderung zum Schlusse einer Melkung möchten wir auf eine Beobachtung Heidenhains*) aufmerksam machen, die es uns nicht undenkbar erscheinen lässt, dass zeitweise eine einseitige Fettabsonderung auch aus den Drüsenzellen erfolgen könnte, ohne dass man zur Erklärung die Rauber'sche Theorie**) heranzuziehen braucht.

Heidenhain sagt l. c. pag. 384:

„Es ist dabei bemerkenswert, dass Fettbildung auch in den auf ein Minimum reduzierten Zellen stattfinden kann, so dass sich dieser Prozess nicht an eine bestimmte Grösse der Zelle knüpft."

Wenn auch Heidenhain diese Beobachtung nicht in dem von uns gekennzeichneten Sinne auslegt, so scheint doch aus diesem mikroskopischen Befunde hervorzugehen, dass im Zustande lebhaftesten Zerfalles der Drüsenzellen, eine erhöhte Fettabsonderung und damit eine einseitige Vermehrung des Fettreichtums der Milch stattfinden könnte; jedenfalls wären noch entsprechende Versuche anzustellen, wie sich die Fettabsonderung und die Bildung der übrigen Milchbestandteile während des Zustandes der höchsten Thätigkeit der Drüsenzellen zu einander verhalten. Bekanntlich ist, ebenfalls nach Untersuchungen von Heidenhain, die Drüsenzelle dann im Zustande höchsten Wachstums, wenn das Absaugen der Milch ungewöhnlich häufig und energisch geschieht, natürlich eine reichliche Ernährung vorausgesetzt. Ebenso berichtet Partsch dass bei einer Hündin, wenn die Milchdrüsen einer Seite in kurzen Pausen sehr häufig und energisch benutzt worden waren, die Zellen hier höher waren, als die der nicht beanspruchten Drüsen. Eine Hündin, deren Drüsen 48 Stunden lang nicht entleert waren und infolge dessen von Milch strotzten, hatte sehr niedrige Zellen und Heidenhain bemerkt hierzu: „Die hohe Spannung des Aloeolarinhaltes scheint also ein das Wachstum der Zellen beeinträchtigendes Moment zu sein."

Wenn wir uns auch dessen bewusst sind, dass die Intensität

*) Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. V. Teil I. Capitel Milchdrüse.
**) A. Rauber. Ueber den Ursprung der Milch etc. Leipzig 1179.

des Wachstums und der Absonderung bei der Drüsenzelle nicht parallel zu laufen braucht, so ist doch zweifellos die Energie der Absonderung nach dem Melken in der Zeiteinheit stärker, als wenn eine längere Pause voraufgegangen. Während also bei den früheren Arbeiten über die Schwankungen im Gehalte der Milch bei gebrochenem Melken, meist nur Morgengemelke (nach circa 12stündiger Pause) zur Untersuchung gelangten, werden wir bei der von uns vorgenommenen erneuten Prüfung und Erforschung des Gegenstandes kürzere Pausen in Anwendung bringen müssen. Allerdings hat Schmidt-Mühlheim ebenfalls Milchproben, die in kürzeren Pausen gewonnen wurden, analysiert, er berücksichtigte jedoch nur den Fettgehalt, während es doch wünschenswert erscheinen muss, den Verlauf der Schwankungen in der Höhe des Vorkommens auch bei den übrigen Milchbestandteilen kennen zu lernen.

Ein häufigeres Melken, um Milchproben, welche bei erhöhter Drüsenthätigkeit gebildet wurden, zu erlangen, muss doppelt notwendig erscheinen, wenn man sich zu der Anschauung bekennt, dass während des Melkens eine Neubildung von Milch nicht statthat. In diesem Falle hat man es mit einer Milch zu thun, welche man nicht als eben frisch sezerniert betrachten kann, sondern welche mehr oder weniger lange Zeit bereits im Euter verweilte.

Wenn es ferner nach Schmidt-Mühlheim unmöglich ist in einer Melkung die Drüse zu entleeren, so ist die zuletzt gewonnene Milch thatsächlich nicht die zuletzt sezernierte Milch, welche noch im Euter verbleiben musste, wegen der Unmöglichkeit, sie zu gewinnen.

Hiernach scheint von einem einzigen Gemelk aus, welches dazu noch nach circa 12stündiger Melkpause erhalten wurde, ein sicherer Schluss auf die Sekretion nicht statthaft: es werden zu diesem Zwecke mehrere, in kurzen Zwischenräumen hintereinander zu gewinnende Gemelke nötig sein.

Wir müssen bekennen, dass unserer Meinung nach eine nach zirka 12stündiger Melkpause erhaltene Milch in erster Linie nur einen Rückschluss auf das Verhalten des Sekretes in der Drüse, viel weniger aber auf den Vorgang der Sekre-

tion selbst gestattet. Dieser wird am wenigsten verdeckt durch andere mächtige Einflüsse, wie z. B. das physikalisch differente Verhalten der Fettkügelchen, dann erkannt werden können, wenn die Drüse im Zustande höchster Thätigkeit sich befindet, nicht aber dann, wenn das grösste Quantum Sekret sich fertig gebildet vorfindet.

Die besprochenen Gesichtspunkte erschienen uns wichtig genug, auf der von uns gekennzeichneten weiteren Grundlage eine erneute Prüfung des Gegenstandes vorzunehmen. Bevor wir jedoch näher auf unsere Versuche eingehen, müssen wir einige Erwägungen vorausschicken, die auf die Gestaltung unseres Versuchsplanes von Einfluss waren und zu welchen uns das Studium der interessanten Untersuchungen Hofmann's und Schmidt-Mühlheim's Anlass gab.

Die Probenahme wurde von den genannten Autoren in der Weise ausgeführt, dass beide Milchdrüsen der Kuh gleichzeitig die Proben lieferten.

Unseres Erachtens kann die so erhaltene Mischmilch beider Drüsen ein deutliches Bild von der Thätigkeit der einzelnen Drüse und damit von dem Sekretionsvorgange nicht gewähren.

Ein unverhülltes Bild des Absonderungsvorganges und der dabei mitspielenden Momente wird sich am ehesten in der Zusammensetzung der unvermischt gewonnenen Milchproben einer Drüse aussprechen, soweit eben überhaupt aus dem Mischungsverhältnis der einzelnen Bestandteile auf die Sekretion selbst geschlossen werden kann.

Hofmann sagt:

„Wenn die Masse der Milchdrüsenzellen ganz gleichmässig den Umwandlungsvorgängen in Milch unterliegt, so ist auch zu erwarten, dass jeder Bruchteil der in den Drüsengängen angesammelten Milch gleiche Zusammensetzung besitzt, d. h aus gleichen Mengen der Bildungsprodukte besteht."

Auch unserer Ansicht nach ist dies zweifellos richtig, aber die Analyse solcher Bruchtheile kann nur angeben, dass der höhere Fettgehalt jene Schwankungen bewirkt oder

bedingt, sie zeigt aber nicht wie diese Schwankungen innerhalb eines Gemelkes verlaufen.

Dies kann nur die Zusammensetzung der unvermischt gewonnenen Milch einer Milchdrüse erkennen lassen, welche überdies dann unbedingt allein zur Probenahme zu verwenden ist, wenn in kurzen Pausen häufiger gemolken werden soll. Denn es ist sehr wichtig für die Zusammensetzung einer Reihe von in kurzen Pausen zu gewinnender Gemelke, dass sie, um miteinander direkt vergleichbar zu sein und auch um den Verlauf der bekannten Schwankungen unverhüllt anzugeben, immer wieder denselben sezernierenden Organen oder Teilen der Drüse entstammen, da eben auf deren Zustand und demnach auch deren Thätigkeit nach den angeführten Untersuchungen von Reiset, Heidenhain und Partsch erheblich durch wiederholtes Melken eingewirkt werden kann.

Unseren Analysen ist desshalb stets nur die Milch einer Milchdrüse, in derselben Versuchsreihe natürlich auch nur derselben Drüse zugrunde gelegt worden und sind dadurch, wie wir gleich vorausschicken wollen, die regelmässigen Beziehungen zwischen den einzelnen Milchbestandteilen wol wesentlich deutlicher hervorgetreten.

Hinsichtlich der Grösse der ersten und der letzten Milchprobe desselben Gemelkes erscheint uns der Hinweis nicht unwichtig, dass bei möglichst kleiner Bemessung derselben die die Schwankungen auch bei denjenigen Milchbestandteilen, bei welchen dieselben an und für sich gering sind, deutlicher bemerkbar werden dürften.

Wenn auch Schmidt-Mühlheim durch die Hofmann'schen Untersuchungen sich berechtigt glauben durfte, bloss zwei Proben eines Gemelkes zu untersuchen, so haben wir, wo irgend die Kuh genug Milch hergab, drei Proben genommen, um den Verlauf der Schwankungen bei sämtlichen Stoffen der Milch, namentlich auch unter Anwendung von kürzeren Pausen zwischen den einzelnen Melkungen beobachten zu können. Die Veranlassung hierzu fanden wir in den Ergebnissen der Boussingault'schen und Hellriegel'schen Analysen.

So z. B. fand Boussingault für den Gehalt an Caseïn bei dem in sechs Teilen aufgefangenen Gemelk seiner Versuchskuh folgende Zahlen:

Probe	1	2	3	4	5	6
Caseïn %	2,94	3,32	3,00	2,99	2,81	2,91.

Die erste Probe weicht im Gehalt an Caseïn von der letzten Probe nur um 0,03 % ab, eine Zahl, welche völlig innerhalb der Fehlergrenze liegt. Durch die Kenntnis der übrigen Gehaltszahlen für Caseïn wird ein Maximum der Abweichung von 0,51 % erreicht.

In den von Hellriegel stammenden Analysen tritt ähnliches auch für den Zuckergehalt hervor. Die Analyse betrifft ein in drei Teilen zu je ein Quart aufgefangenes Morgengemelk einer Kuh.

Probe	1	2	3
Caseïn in %	2,14	2,36	2,06
Zucker in %	4,10	4,50	4,06

Hier beträgt die Differenz zwischen dem Gehalte der Probe 1 und 3 an Caseïn 0,08 % und an Zucker 0,04 %. Dadurch aber, dass auch die Zusammensetzung der Probe 2 bekannt ist, erhöhen sich diese geringen Differenzen für das Caseïn auf 0,30 % und für den Zucker auf 0,44 %.

Es geht hieraus hervor, dass man, um ein zutreffendes Bild von der Grösse und auch dem Verlauf der Schwankungen im Mischungsverhältnis der einzelnen Bestandteile der Milch zu erhalten, mindestens von einem Gemelke drei Proben nehmen muss.

Es wären hiermit die Gesichtspunkte erörtert, nach welchen der Versuchsplan, wie er den früheren Arbeiten zugrunde lag, abgeändert werden musste.

Es galt nun eine geeignete Kuh zu finden, welche sich einerseits willig das häufige Melken gefallen liess, dann aber namentlich auch in kurzen Zeiträumen genügend Milch für die Analyse gewinnen liess.

Dies letztere war nun nicht bei allen Tieren, bei denen wir diesbezügliche Versuche anstellten, der Fall.

Einer Prattigäuer Kuh, welche in der fünften Lactationswoche stand, konnten am morgen, genau 12 Stunden nach dem letzten Melken, aus den zwei Strichen der rechten Milchdrüse 3,77 *kg* Milch entzogen werden, während dieselbe Kuh, $^1/_2$ Stunde später nach heftigstem, anhaltendem Melken nur zirka 10 *ccm* Milch entliess.

Noch weniger geeignet für unsere Zwecke musste eine schwarzgefleckte Holländerkuh erscheinen, welche bei zweimaligem Melken am Tage 18 Liter Milch gab. Dieselbe lieferte bei gleicher Behandlung wie vorher, aus den Strichen der rechten Drüse trotz wiederholter Versuche selbst nach Verlauf von zwei Stunden kaum mehr als einige Tropfen allerdings sehr fettreicher Milch.

Wir führten diese Versuche mit an, um darauf hinzuweisen, wie sehr verschieden bei einzelnen Tieren die Fähigkeit des sogen. „Zurückhaltens" der Milch ist, denn in einer anderen Holländerkuh, ebenfalls wie die beiden ersten aus dem Stalle des landwirtschaftlichen Instituts, fanden wir ein Tier, welches sehr häufig und verhältnismässig reichliche Mengen Milch hergab.

Es wird nun zweckmässig sein, über die Wahl und Anwendung der von uns benutzten analytischen Methoden das Nötige mitzuteilen.

Die Menge der festen Stoffe in der Milch wurden in 5 *ccm* Milch bestimmt, welche auf einem, mit ausgeglühtem Sand beschickten Porzellanschälchen bedeckt eingewogen, hierauf abgedampft und vorsichtig bei 95 — 100° C getrocknet wurden. Das Trocknen dauerte drei Stunden.

Aus der Trockensubstanz resp. dem Inhalte obiger Porzellanschälchen, wurde dann durch drei- meist aber durch sechsstündige Aetherextraktion in Soxhlet'schen Extraktionsapparaten das Fett gewonnen, dessen Menge dann nach dem Trocknen im Fettrückstande des Kölbchens ermittelt wurde.

Die Bestimmung der Eiweisskörper geschah nach der Ritthausen'schen Methode. Es erschien ratsam auf die Einzelbestimmung der verschiedenen Eiweissstoffe der Milch zu verzichten, da einerseits die analytische gesonderte

Bestimmung von drei Eiweisskörpern, zu mehr Fehlerquellen Anlass giebt, als wenn dieselben alle mit einem Male ausgefällt werden, dann aber auch, weil die Ansichten über das Wesen und die Natur jener Stoffe noch sehr geteilt sind. Noch neuerdings kam E. Pfeiffer*) aufgrund seiner Untersuchungen zu dem Schluss, dass die Kuhmilch nur einen Eiweisskörper enthalte, dessen Ausfällung durch die Ritthausen'sche Methode in diesem Falle von ihm als die sicherste Art der quantitativen Bestimmung angesehen wird. Abgesehen davon, dass Ritthausen**) selbst die Genauigkeit der Bestimmungen nach seiner Methode durch eine Anzahl von Beleganalysen nachweist, ist diese Methode auch noch eigens von Sten-Stenberg,***) durch eine grosse Zahl von Analysen, geprüft und für ganz vorzüglich befunden worden. Derselbe Verfasser bestätigt ferner die auch schon sonst bekannte Erfahrung, dass das Ausfällen des Caseïns mit Essigsäure, auch für die Kuhmilch zu geringe Werte ergebe. Ebenso hat Parr†) sich für die Ritthausen'sche Methode der Eiweissbestimmung ausgesprochen. Es konnte sonach diese Methode als die zweckmässigste erachtet werden, eine Bestimmung des Gesammt-Eiweisses vorzunehmen. Ein Vorzug dieser Methode besteht auch darin, dass sie eine bequeme und sichere Bestimmung des Eiweisses, des Zuckers und des Fettes aus einer Wägung zulässt, somit auch die Analyse ganz kleiner Milchmengen, bis zu 20 *ccm*, möglich macht.

Die quantitative Bestimmung des Eiweisses geschah in 10 *ccm* Milch, welche in bedeckten Gefässen eingewogen und unter Zusatz der entsprechenden Menge Kupfersulfatlösung und Natronlauge, auf 500 *ccm* Flüssigkeit mit Wasser verdünnt wurden. Die Niederschläge setzten sich rasch ab; im Filtrat war, nach Zusatz von Gerbsäure, selbst nach

---

*) Mitteil. aus d. amtl. Lebensmitteluntersuchungsanstalt u. chem. Versuchsstation zu Wiesbaden 83/84.

**) Journal f. prakt. Chemie Bd. 15 pag. 329.

***) Sten-Stenberg, Einige Beiträge z. quantit. chem. Analyse d. Milch. Referat v. Hammarsten Jahrb. f. Tierchemie 1882 pag. 161.

†) Parr. Amerik. Chem. Journ. 7 pag. 246.

längerem Stehen, nie eine Trübung zu bemerken. Der Niederschlag von Kupferalbuminat wurde dann ganz allmälig, unter häufigem Dekantieren auf das sorgfältig gewogene Filter gebracht und hier nochmals gewaschen. Durch eine kleine Menge absoluten Alkohols wurde nun das im Filter und im Niederschlage vorhandene Wasser verdrängt, und die Fettbestimmung im Niederschlage unter Anwendung von Soxhlet'schen Extraktionsapparaten vorgenommen. Die so gefundenen Werte für den Fettgehalt der Milch stimmten ausgezeichnet mit denjenigen überein, welche bei der Bestimmung des Fettes aus der Trockensubstanz sich ergaben. Nur in wenigen Fällen, namentlich bei sehr rahmreicher Milch, fanden kleinere Abweichungen statt.

Nach der in fast allen Fällen sechsstündigen, continuierlich vorgenommenen Fettextraktion wurde der nunmehr locker gewordene, himmelblaue Niederschlag auf dem Filter bei 125° C. 3 Stunden lang getrocknet und hierauf, nach erfolgter Abkühlung im Trockengläschen gewogen. Nach dem Glühen der Niederschläge konnte in keinem Falle durch Auflösen des Rückstandes, unverbrannte Kohle nachgewiesen werden.

Die Milchzuckerbestimmung geschah aus dem Filtrate des Eiweissniederschlages nach der gewichtsanalytischen Methode von Soxhlet, resp. den Angaben, die Fresenius*) über dieselbe giebt.

Da es in der Absicht des Versuchs lag, an einem Tage eine Anzahl von Gemelken nach verschieden langen Melkpausen zu erlangen, welche noch möglichst, wenn die Kuh genug Milch lieferte, in 3 Teilen aufgefangen werden sollten: so konnten Controllbestimmungen der grossen Anzahl von Analysen wegen, nur da ausgeführt werden, wo sie direkt notwendig erschienen. Demnach musste verlangt werden, dass die Menge der direkt bestimmten festen Stoffe der Milch mit der Summa der aus den Einzelbestimmungen bekannten Werte innerhalb der Grenzen zusammenstimme, welche für genaue analytische Arbeiten bestehen. Es sind bei jeder

*) Fresenius. Anleit. zur quantit. chem. Analyse Bd. II 601.

Milchanalyse im ganzen fünf Einzelbestimmungen ausgeführt; wenn für jede als zulässige Fehlergrenze 0,05 % angenommen werden, so darf eine Abweichung der Summa der fünf Einzelbestimmungen von der direkt ermittelten Höhe der Trockensubstanz noch als völlig normal betrachtet werden, wenn sie 0,25 % beträgt.

Aufgrund dieser vorbereitenden Betrachtungen und der Aufstellung des Versuchsplanes konnte die Probenahme am 7. Januar 1888 in folgender Weise geschehen:

Nach einer Pause von genau 12 Stunden nach der letzten Melkung wurde am Morgen des 7. Januar um 4 Uhr 55 Min. der Inhalt der rechten Milchdrüse einer Holländerkuh in drei Absätzen ermolken, von denen der erste in der Grösse von zirka 100—150 *ccm* genommen wurde. Auf den zweiten Absatz kam dann der übrige Rest des Gemelkes mit Ausnahme der letzten 100 - 150 *ccm* Milch, welche auf den dritten Absatz resp. die dritte Probe entfielen. Sämtliche ermolkene Milchmengen wurden gewogen, auf 15 ° C. abgekühlt, um das spez. Gewicht zu bestimmen, und gelangten dann zur Analyse.

Im Laufe des Tages wurden dann noch weiter in Pausen von 6, 4 und 2 Stunden Gemelke in ganz analoger Weise gewonnen. Es wurden ausserdem auch noch in kleineren Zeiträumen, die je nach der Schätzung des Füllungszustandes der Drüse verschieden bemessen wurden, kleinere Quanta ganz frischen Sekretes gewonnen, um an diesen die Zusammensetzung zu studieren.

Es ist jedoch hervorzuheben, dass bei jeder Inanspruchnahme der Drüse auf ganz reines Ausmelken gesehen wurde, eine Melkung galt erst dann für beendet, wenn nach angestrengtem Ausstreichen kein Tropfen Milch zu erlangen war.

Über die Grösse der Proben, die Zahl und die Verteilung derselben auf die einzelnen Gemelke, sowie über die eingehaltenen Melkpausen, giebt folgende Tabelle die nötige Übersicht:

Tabelle III.

Zeit seit der letzten Melkung	Ermolkene Milch in kg	Zahl und Grösse der Proben		
		I.	II.	III.
12 Stunden	3,81 kg	0,14	3,54	0,13
50 Min.	0,07 „	0,07	—	—
65 „	0,66 „	0,17	0,41	0,08
35 „	0,04 „	0,04	—	—
2 Stunden — „	1,11 „	0,14	0,84	0,13
50 „	0,025 „	0,025	—	—
4 „ — „	2,06 „	0,15	1,75	0,16
6 „ — „	2,46 „	0,15	2,20	0,11
Dauer des Versuches einschliesslich der Dauer der einzelnen Melkungen		Zahl der Proben		
28 Stunden 35 Min.	10,235 kg	18		

Diese Tabelle ist insofern gleich einer Besprechung wert als sie zeigt, wie erheblich die Milchabsonderung durch das häufigere Ausmelken im allgemeinen begünstigt wurde. Von den 10,235 *kg* Milch, welche die rechte Milchdrüse der Holländerkuh in 28 Stunden und 35 Min. geliefert hatte, sind im Laufe von 12 Stunden 3,81 *kg* gebildet, 6,425 *kg* dagegen bei obiger Behandlung in den übrigen 16 Stunden und 35 Min. Es wird nun eine Aufgabe der Analyse sein, festzustellen, ob durch das Melken, welches das Quantum des gewonnenen Sekretes so erheblich vermehrt hatte, auch die Qualität der gebildeten Milch beeinflusst wurde.

In der auf Seite 27 folgenden Tabelle sind die analytischen Ergebnisse zusammengestellt.

In der nebenstehenden Tabelle tritt aufs Neue das regelmässige Ansteigen des Fettgehaltes von der ersten (0,79 %) bis zur letzten Probe (9,01 %) klar hervor, ebenso aber ist auch eine vollkommene Regelmässigkeit der Beziehungen zwischen dem Steigen des Fettgehaltes und dem Sinken der Menge jedes der übrigen Milchbestandteile zu erkennen.

Tabelle IV. Versuch vom 7. Januar 1888.

Die prozentische Zusammensetzung der 18 Proben (8 Gemelke).

Gemolken nach	12 Stunden			50 M.	65 Minuten			35 M.	2 Stunden			50 M.	4 Stunden			6 Stunden		
Nummer des Gemelkes	1			2	3			4	5			6	7			8		
No. d. Probe	I.	II.	III.	I.	I.	II.	III.	I.	I.	II.	III.	I.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Fett	0,79	2,68	9,01	7,91	2,53	3,08	5,07	4,23	1,98	2,52	5,27	4,04	1,75	3,57	6,02	0,55	2,52	5,13
Gesamt-Eiweiss	3,11	2,94	2,75	2,71	3,21	3,01	2,94	2,78	3,19	3,07	2,74	2.84	2,77	*3,05	2,78	2,70	2,74	*3,28
Zucker	5,15	4,94	4,72	4,86	5,11	4,89	4,83	4,76	5,26	5.19	4,81	4,92	4,84	4,89	4,73	5,09	4,99	4,95
Asche	0,73	0,72	0,67	0,67	0,78	0,78	0,72	0,74	0,78	0,77	0,79	0.79	0,78	0,76	0,76	0,77	0,74	0,78
Summa	9,78	11,28	17,15	16,14	11,63	11,76	13,56	12,51	11,21	11,55	13,61	12,59	10,14	12,27	14,29	9,11	10,99	14,14
Direkt best. feste Stoffe	9,55	11,42	16,85	15,71	—	11,51	13,27	12,36	—	11,45	13.65	12,31	10.21	12,04	14,15	9,17	10,90	—
Berechnete fettfreie Trockens.	8,99	8,60	8,14	8,23	9,10	8,68	8,49	8,28	9,23	9,03	8,34	8,55	8,39	8,70	8,27	8,56	8,47	9,01
Spez. Gewicht	32,7	30,3	23,8	25,7	30,1	30,2	28,0	29.75	32,1	32,0	28,2	29,73	30.69	30,5	26,9	32,67	30,4	27,25

Die beiden mit einem Stern bezeichneten Zahlen geben wir unter Reserve, da sie mit den übrigen Ergebnissen des Versuches nicht in Einklang stehen.

Um dieses deutlicher zu machen setzen wir hier die Zahlen für das erste Gemelk gesondert hin:

Fett	%	0,79	2,68	9,01
Eiweiss	%	3,11	2,94	2,75
Zucker	%	5,15	4,94	4,72
Asche	%	0,73	0,72	0,67

Zeigt sich also die Zusammensetzung der einzelnen Milchproben als sehr wechselnd, so macht sich doch die eben besprochene Beziehung zwischen dem Fett und den übrigen Milchbestandteilen sehr deutlich bemerkbar. Bei der Entscheidung der Frage, ob jenes von den übrigen Bestandteilen, so sehr abweichende Verhalten des Fettes physiologisch, in einer veränderten Funktion der Drüsenorgane begründet sei, oder nur das physikalisch verschiedene Verhalten der Fettkügelchen diesen Unterschied bedinge, könnte die Kenntnis der mittleren Zusammensetzung der einzelnen Gemelke einigen Anhalt gewähren. Unseres Erachtens muss die grösste Wahrscheinlichkeit für eine gleichmässige Absonderung sämtlicher Milchbestandteile in einer gleichen mittleren Zusammensetzung mehrerer an einem Tage gewonnener Gemelke liegen, mögen die Teilportionen derselben noch so different zusammengesetzt gewesen sein.

Sind nämlich die Unterschiede in der Zusammensetzung mehrerer Milchproben eines Gemelkes lediglich durch physikalische Ursachen, etwa durch die mechanische Verschiebung des Fettgehaltes bedingt, so kann diese letztere auf die mittlere Zusammensetzung des Gemelkes von gar keinem Einfluss sein, während eine Änderung des Absonderungsvorganges, z. B. für das Milchfett namentlich innerhalb mehrerer Melkungen, nicht notwendig immer in gleicher Stärke und mit demselben Ergebnisse zu erfolgen brauchte. Ist also bei einigen Gemelken, die am selben Tage und vom selben Tiere gewonnen wurden und somit vergleichbar sind, die mittlere Zusammensetzung ihrer sonst sehr differierenden Teilportionen eine gleiche, so erklären sich die wahrgenommenen Verschieden-

heiten in der Zusammensetzung der Milchproben am ungezwungensten durch eine mechanische Verschiebung des Fettgehaltes.

Aus den Tab. III und IV lässt sich leicht die Zusammensetzung der fünf in mehreren Absätzen aufgefangenen Gemelke berechnen.

Dies ist in folgender Tabelle geschehen:

Tabelle V

No. des Gemelkes	I.	III.	V.	VII.	VIII.
Fett	2,826	3,178	2,773	3,627	2,516
Gesamt-Eiweiss	2,939	3,052	3,045	3,008	2,761
Zucker	4,939	4,937	5,153	4,873	4,993
Asche	0,718	0,772	0,773	0,761	0,743
Summa	11,422	11,939	11,744	12,270	11,014
Fettfreie Trockens.	8,596	8,761	8,972	8,643	8,498
Spez. Gewicht	30,1	30,8	31,4	30,0	30,2

Aus diesen Zahlen ist eine sehr übereinstimmende Zusammensetzung aller fünf Gemelke deutlich zu ersehen, namentlich tritt dies für den Gehalt an Eiweiss, Zucker und Asche hervor; aber auch beim Fett sind die Abweichungen der Mittelzahlen von einander sehr gering und erklären sich vielleicht dadurch, dass nach Schmidt-Mühlheim ein völliges Entleeren der Drüse überhaupt unmöglich ist, somit ein mehr oder minder fettreicher Rest stets von einem Gemelk auf das nächste übergeht und die Zusammensetzung desselben beeinflusst. Im Hinblick auf die obigen Ausführungen kann es daher wohl gerechttertigt erscheinen, für sämtliche Stoffe der Milch, einschliesslich des Fettes, eine gleichmässige Bildungsweise anzunehmen, die bekannten Schwankungen in der Zusammensetzung der einzelnen Milchproben eines Gemelkes aber auf eine mechanische Differenzierung des Fettgehaltes im Sinne von Fleischmann zurückzuführen.

Zu einem gleichen Ergebnisse führt aber auch noch folgende Überlegung.

Bei unserem Versuche wurden ermolken: in 12 Stunden 3,81 *kg* Milch und in den folgenden 16 Stunden 35 Minuten 6,425 *kg* Milch.

Hiernach ist unter dem Einfluss häufigen Melkens die Milchabsonderung bedeutend gefördert worden. Wirkt nun der „Melkreiz“ nach Mendes de Leon besonders günstig auf die Fettabsonderung ein, so ist anzunehmen, dass in jenen 16 Stunden und 35 Min. unverhältnismässig mehr Fett in die Milch gelangte, als vorher in der zwölfstündigen Nachtpause oder anders ausgedrückt, dass die Zunahme, welche die Milchproduktion überhaupt erfahren, in höherem Maasse die Sekretion des Fettes, als die der übrigen Milchbestandteile namentlich des Eiweisses, betroffen hätte.

Aus den in den Tabellen gegebenen Daten können wir leicht berechnen, wieviel *gr* Milch und darin wieviel *gr* Wasser, feste Stoffe, Fett, Eiweiss etc im Zeitraum von zwölf Stunden gebildet wurden, ebenso wieviel auf die 16 Stunden 35 Min. entfallen. Reduzieren wir die so erhaltenen Werte in beiden Fällen auf die gleiche Einheit, eine Minute, so ergiebt sich folgendes:

Die Intensität der Milchbildung betrug im Mittel:

						für Vollmilch	
	In 12 Stunden = 720 Min.					5,29 *gr.* pro Min	
	In 16 Stunden 35 Min. = 995 Min.					6,45 „ „ „	
	Wasser,	**feste Stoffe,**	**Fett,**	**Eiweiss,**	**Zucker,**	**Asche**	
darin	4,68	0,60	**0,149**	**0,155**	0,26	0,037	
	5,70	0,70	**0,197**	**0,188**	0,32	0,040	

Wenn diese Zahlen auch nur ganz im allgemeinen die Zunahme der Absonderung illustrieren, so ist doch an ihnen das völlig übereinstimmende Verhalten des Fettes und des Gesammt-Eiweisses unverkennbar deutlich zu ersehen. Für beide Stoffe stieg die Absonderungsgrösse pro Minute von 0,15 *g* (abgerundet) in den 12 Stunden auf 0,19 *g* in den darauf folgenden 16 Stunden und 35 Min. Hiernach geht die Absonderung des Fettes und des Eiweisses handinhand, wodurch die Annahme von Mendes de Leon hinfällig erscheint, dass der „Melkreiz“ und die Absonderung des Fettes in irgend welcher Beziehung zu einander stehen

Die Analysenergebnisse unseres Versuches können aber auch weiter zur Entwickelung der auch schon von Hofmann und Schmidt-Mühlheim behandelten Frage benutzt werden, ob die erste und die letzte Milchportion eines Gemelkes gleichen Sekretionsverhältnissen ihre Entstehung verdanke, ob also während der Melkung eine erhebliche Neubildung der Milch statthabe. Man hat hierzu nach dem Vorgange von Schmidt-Mühlheim das für 100 *gr* Vollmilch ermittelte Mischungsverhältnis der einzelnen Bestandteile auf 100 *g* fettfreie Milch zu beziehen, wodurch die durch den ungleichen Fettgehalt bedingten Schwankungen eliminiert werden. Die gleiche oder ungleiche Zusammensetzung der ersten und der letzten Milchprobe muss dann auf gleiche oder während der Melkung veränderte Sekretionsverhältnisse schliessen lassen.

Diese Umrechnung ist nun in folgender Tabelle ausgeführt:

Tabelle VI.

100 *g* fetttreie Milch enthalten.

No. d. Gemelkes	I. 12 Stunden			II. 50 M.	III. 65 Minuten			IV. 35 M.
No. der Probe	I.	II.	III.	I.	I.	II.	III.	I.
Gesamt-Eiweiss	3,13	3,02	3,02	2,94	3,29	3,10	3,09	2,90
Zucker	5,11	5,07	5,18	5,27	5,24	5,03	5,11	4,97
Asche	0,73	0,73	0,73	0,73	0,80	0,80	0,75	0,77
Summa	8,97	8,83	8,94	8,94	8,33	8,93	8,94	8,64

No. des Gemelkes	V. 2 Stunden			VI. 50 M.	VII. 4 Stunden			VIII. 6 Stunden		
No. der Probe	I.	II.	III.	I.	I.	II.	III.	I.	II.	III.
Gesamt-Eiweiss	3.25	3.14	2,89	2,95	2.79	3,16	2,95	2,71	2,81	—
Zucker	5,36	5,32	5,07	5,12	4,87	5,07	5,03	5,11	5,11	5,21
Asche	0.79	0,79	0.83	0.82	0,78	0,78	0,78	0,77	0.76	0,82
Summa	9,41	9.15	8,80	8,90	8,45	2,02	8.79	8,62	8,68	—

Die Zusammensetzung der Proben innerhalb der einzelnen Gemelke wird dadurch, dass sie auf fetttreie Milch bezogen ist, wesentlich ausgeglichener, gleichmässiger und auch die

in sehr kurzen Pausen gewonnenen Gemelke No. 2, 4 und 6 weisen in ihrer Beschaffenheit unter einander eine grosse Übereinstimmung auf. Dies deutet darauf hin, dass erstens sämtliche Proben desselben Gemelkes unter gleichen Sekretionsverhältnissen gebildet wurden und ferner, dass auch durch häufigeres Melken eine Änderung im Mischungsverhältnis der einzelnen Bestandteile nicht bewirkt wird.

Bei der grossen Zahl von Analysen (90 Einzelbestimmungen) werden kleine Unebenheiten in den Zahlen wohl auf die Probenahme zurückzuführen sein, wie sie für jede Wägung besonders gemacht werden musste, für die obigen Schlussfolgerungen sind sie somit belanglos.

Es wurde dennoch ein weiterer Versuch, freilich in kleinerem Maassstabe angestellt, teils um eine Bestätigung für die Resultate des ersten Versuches zu haben, teils aber auch um nochmals den Einfluss des Melkens auf die Zusammensetzung des Sekretes zu studieren.

Am 9. März 1888 wurde einer Holländerkuh das Morgengemelk nach der genau zwölfstündigen Nachtpause entzogen. Diesmal wurden jedoch, um den Melkreiz möglichst zu steigern, beide Drüsen gleichzeitig rein ausgemolken. Es geschah dies durch zwei geübte Melker, welche ganz gleichmässig streichend, die Milch jeder Drüse für sich gesondert in einem Gefässe auffingen. In gleicher Weise wurden hierauf in 1/4stündigen Pausen beide Drüsen mehrmals entleert.

Die Probenahme, wie auch die Analysen wurden ganz in derselben Weise vorgenommen, wie dies schon vom ersten Versuch her bekannt ist. Die Zahl und die Grösse der erhaltenen Proben, ferner die Dauer jeder einzelnen Melkung, welche für beide Drüsen stets gleich gehalten wurde, sowie auch die Grösse der Zeiträume zwischen den Melkungen ist aus der folgenden tabellarischen Zusammenstellung zu ersehen; es ist jedoch noch zu bemerken, dass nur das erste Gemelk in drei Proben gewonnen werden konnte, die übrigen liessen eine solche Teilung der Kleinheit der ermolkenen Milchmengen wegen, nicht zu. Auch gelangte nur die Milch der rechten Drüse zur Analyse.

Tabelle VII.

Melkungen	Dauer jeder Melkung	Ermolken in kg		Zahl und Grösse der Proben		
	Minuten	Linke Drüse	Rechte Drüse	I.	II.	III.
12 Stund.	7	4,24 kg	4,45 kg	0,34	3,92	0,19
18 Min.	5	0,075 „	0,017 „	0,017	—	—
15 „	6	0,040 „	0,040 „	0,040	—	—
17 „	5	0,160 „	0,175 „	0,175	—	—

Dauer des Versuchs inkl. der Dauer jeder Melkung	Summa der 3 letzten Gemelke		Zahl der Proben
73 Minuten	0,275 kg	0,232 kg	6

Die Analyse ergab nun folgendes:

Tabelle VIII.

Gemelk No.	1.				2.	3.	4.
No. der Probe	I.	II.	III.	Mittel	I.	I.	I.
Fett	1,04	3,57	8,61	3,597	7,79	6,01	4,44
Gesamt-Eiweiss	2,87	2,87	2,57	2,856	2,73	2,88	2,85
Zucker	5,15	5,20	4,82	5,129	4,65	4,79	5,01
Asche	0,72	0,65	0,68	0,656	0,74	0,78	0,80
Summa	9,78	12,29	16,68	12,238	15,91	14,46	13,10
Feste Stoffe	9,91	11,86	16,55	—	15,67	14,11	12,85

Diese Zahlen bestätigen vollauf alles, was über die Beziehung zwischen dem Fettgehalt und dem Gehalt der Milch an den übrigen Stoffen bereits beim vorigen Versuch besprochen werden konnte. In den drei Portionen des ersten Gemelkes steigt der Fettgehalt von 1,04 % auf 8,61 %, im Mittel beträgt er 3,59 %. In den darauf folgenden Gemelken sinkt der Fettgehalt konstant von 7,79 % auf 4,44 % und man kann nicht umhin, anzunehmen, dass, wenn noch einige Melkungen weiter gemacht worden wären, diese dann einen ganz normalen Fettgehalt aufgewiesen hätten. Das Mischungsverhältnis der übrigen Milchbestandteile zeigt sich ferner direkt abhängig vom Fettgehalt der Milch.

Es muss nun interessant sein zu erfahren, wie sich dies Mischungsverhältnis in den einzelnen Proben gestaltet, wenn man vom Fett absieht, ob sämtliche Milchproben denselben Sekretionsbedingungen ihre Entstehung verdanken.

Führt man die Umrechnung der prozentischen Zusammensetzung der Milchproben auf 100 Teile fettfreie Milch aus, so ergiebt sich folgendes:

Tabelle IX.

Nummer d Gemelkes	1			2	3	4
Nummer der Probe	I.	II.	III.	I.	I.	I.
Gesamt-Eiweiss	2,90	2,97	2,81	2.96	3,06	2,98
Zucker	5,20	5,39	5,27	5,04	5,09	5,24
Asche	0,62	0,67	0,74	0,80	0,83	0.83
Summa	8,82	9.03	8.82	8,80	8,99	9.06

Die vorstehende Tabelle kann weiter keinen Zweifel aufkommen lassen, dass die Beschaffenheit der sechs Milchproben eine sehr gleichartige wird, wenn man von ihrem Fettgehalt absieht; die Annahme, dass auch gleiche Verhältnisse bei der Sekretion sämtlicher Milchproben obwalteten, gewinnt somit an Wahrscheinlichkeit, zumal das Verhalten des Fettes in keiner Weise den Erscheinungen widerspricht, wie sie sich durch eine mechanische Verschiebung der Fettkügelchen innerhalb der fliessenden Milch ergeben würden. Wir können somit an der beim ersten Versuch gewonnenen und dort ausführlich begründeten Auffassung festhalten, dass die Fettabsonderung nicht mit zeitlich wechselnder Energie erfolgt.

Wenn nun dem Melken resp. dem Reiz, den dasselbe auf die Drüsenorgane auszuüben scheint, ein Einfluss auf die Zusammensetzung der gebildeten Milch nicht zuerkannt werden kann, so wird doch auf die Thätigkeit der Milchdrüse durch häufigeres Melken sehr wesentlich eingewirkt. Dies geht namentlich aus der verschiedenen Grösse der Milchquanta hervor, welche bei unserem ersten Versuch in den einzelnen Zeiträumen erhalten wurden.

Es wurden ermolken:		Die Intensität der Milchbildung betrug demnach:	
In 12 Stunden	3,81 *kg* Milch.	pro Minute	5,29 *gr* Milch.
„ 6 „	2,46 „ „	„ „	6,83 „ „
„ 4 „	2,06 „ „	„ „	8,58 „ „
„ 2 „	1,11 „ „	„ „	9,25 „ „
„ 65 Minuten	0,66 „ „	„ „	10,15 „ „
„ 50 „	0,07 „ „	„ „	1,4 „ „
„ 50 „	0,025 „ „	„ „	0,50 „ „
„ 35 „	0,04 „ „	„ „	1,42 „ „

Im allgemeinen scheint hiernach die Milchbildung umso energischer zu erfolgen, je häufiger gemolken wird, es tritt aber noch eine andere Beziehung deutlich hervor, nämlich die, dass die Thätigkeit der Drüse von dem Füllungszustande derselben abhängig zu sein scheint.

Dies geht aus folgendem hervor:

In 65 Min. (1 Stunde) wurden ermolken 0,66 *kg* Milch,
„ 120 „ (2 „) „ „ 1,11 „ „
„ 240 „ (4 „) „ „ 2,06 „ „

Hier steigt die gewonnene Milchmenge ziemlich proportional der Länge der verflossenen Zeit, indem nämlich in doppelt langer Frist das Quantum des gebildeten Sekretes auch annähernd verdoppelt wird, wenngleich eine Abnahme in der Energie der Milchabsonderung im allgemeinen unverkennbar ist. Dies letztere ist wol darauf zurückzuführen, dass sich in der nächtlichen, 12stündigen Melkpause ein grösserer Vorrat von milchbildendem Material angestaut hatte, der unmittelbar nach dem Melken zur Verwendung gelangen konnte. Es scheint aber in vier Stunden das Maximum der Füllung erreicht zu sein, bei welcher die Drüsenthätigkeit noch normal verlaufen kann, denn in den folgenden sechs Stunden werden nur 2,46 *kg* Milch erhalten, somit nur zirka 400 *ccm* Milch mehr, als in den vier Stunden. Noch erheblicher sinkt die Sekretion im Zeitraume von 12 Stunden bei einem noch grösseren Füllungszustande der Drüse. Die Menge des fertig gebildeten, in den Drüsenräumen befindlichen Sekretes scheint

demnach regulierend auf die Thätigkeit der Drüse einzuwirken und die Erscheinung, dass bei häufigerem Melken mehr Milch gewonnen werden kann, dürfte somit nicht auf den Melkreiz als solchen zurückzuführen sein, sondern auf den Zustand der relativen Leere, in welchen die Drüse versetzt wird. Aber auch hier giebt es eine Grenze, indem bei zu häufiger Inanspruchnahme die Absonderung herabgedrückt werden kann. Dies geht schon aus der obigen Zusammenstellung hervor, deutlicher jedoch aus direkten Melkversuchen, welche hier zum Schluss folgen mögen.

Nach genau 12stündiger Nachtpause wurde die linke und hierauf die rechte Milchdrüse einer Holländerkuh rein ausgemolken und die Dauer der Melkung vermerkt. In zirka $^1/_4$-stündigen, in der folgenden Tabelle genau angegebenen Pausen, wurde hierauf der linken Drüse das inzwischen gebildete Sekret wiederholt entzogen, während der rechten Drüse, welche unterdessen im Zustande völliger Ruhe belassen wurde, die Milch erst zum Schlusse des Versuches entnommen wurde. Die Resultate finden sich auf der folgenden Tabelle:

Tabelle X.

Entnahme nach einer Pause von:	Dauer der Melkung Min.	Linke Drüse gab	Rechte Drüse gab
12 Stunden	8	5,6 kg	4,9 kg
15 Min.	7	0,05 „	Ruhe
15 „	4	0,05 „	„
18 „	5	0,04 „	„
14 „	4	0,33 „	„
— „	4	— „	0,83 kg
Dauer des Versuches		Absonderung	
89 Minuten		0,47 kg	0,83 kg

Es stellte sich hierbei heraus, dass von beiden Drüsen die rechte im Zustande der Ruhe in derselben Zeit, fast das Doppelte der Milchmenge geliefert hatte, welche der linken Drüse bei häufigerem Melken entzogen werden konnte.

Mehrere Wiederholungen dieses Melkversuches ergaben stets dasselbe Resultat: eine Herabminderung der Sekretbildung bei zu häufigem Melken.

Wurden aber beide Drüsen gleichmässig behandelt, d. h. gleichzeitig und häufig entleert, so konnte ein solcher Unterschied nicht beobachtet werden, die von beiden Organen produzierte Milchmenge war annähernd gleich, wie dies folgende Tabelle veranschaulicht.

Tabelle XI.

Entnahme nach einer Pause von:	Dauer der Melkung Min.	Linke Drüse gab	Rechte Drüse gab
12 Stunden	5	4,580 kg	4,820 kg
14 Min.	2	0,070 „	0,100 „
16 „	5	0,170 „	0,180 „
15 „	4	0,045 „	0,012 „
17 „	6	0,050 „	0,090 „
17 „	5	0,210 „	0,230 „
Dauer des Versuches		die letzten 5 Melkungen ergaben	
106 Minuten		0,545 kg	0,612 kg

Konnten wir weiter oben feststellen, dass bei unserer Versuchskuh nach einer Melkpause von vier Stunden mit, 2,06 *kg* Milch etwa diejenige Füllung der Drüse erreicht war, oberhalb welcher, bei weiterer Belassung des Sekretes im Drüsenraume die Sekretionsthätigkeit wesentlich herabgesetzt wird, so geht aus den letzten Melkversuchen unzweifelhaft hervor, dass auch ein zu häufiges Entleeren der Milchdrüse ungünstig auf die Milchproduktion wirken kann. Dieser Umstand spricht gegen die Annahme, dass die Milchbildung unter dem Einflusse eines „Melkreizes“ vor sich geht, indem in diesem Falle gerade eine vermehrte Milchbildung hätte stattfinden müssen.

Was den Einfluss anlangt, den der Zustand der relativen Füllung auf die Thätigkeit der Drüse auszuüben scheint, so muss betont werden, dass die Resultate des betreffenden Versuches sich nicht ohne weiteres verallgemeinern lassen. Es ist klar, dass bei Tieren mit verschiedenem Milchvermögen der Zeitpunkt der Füllung der Drüsen verschieden rasch, bald früher, bald später eintreten wird und es muss die Aufgabe besonderer Untersuchungen sein, an einer grösseren Anzahl von inbezug auf ihren Milchreichtum individuell verschieden gearteten Tieren diese Verhältnisse klar zu legen.

Wir sind am Schlusse unserer Untersuchungen und es mögen der Übersicht halber die wesentlichen Resultate wie gefasst werden.

1. Durch das Melken wird die Absonderung irgend eines Milchbestandtteiles für sich, namentlich des Fettes nicht beeinflusst, wie überhaupt ein Melkreiz im Sinne von Mendes de Leon nicht vorhanden ist.
2. Während des Melkens findet eine erhebliche Neubildung von Milch nicht statt.
3. Gar zu häufiges Melken setzt ebenso wie ein zu langes Belassen des Sekretes in der Drüse die Thätigkeit derselben herab.
4. Nicht durch das Melken als solches, sondern nur durch die Häufigkeit der Entleerung innerhalb gewisser Grenzen wird eine Erhöhung der Milchproduktion herbeigeführt.

Vita.

Ego, Hugo Kaull natus sum Rigae d. d. XV. Cal. mense decembris MDCCCLXIII patre Leonardo matre Luisa e gente Bendtfeldt. Fide obstrictus sum evangelica. Circiter septimum annum agens primis literarum rudimentis a magistro publico instructus in ordinem primum gymnasii civici Rigensis receptus sum.

Aestate anni MDCCCLXXXII testimonio maturitatis instructus, autumno anni MDCCCLXXXIII Polytechnicum rigense adii et chimiae studia per duo semestria tractavi. Deinde agros colui duos per annos. Mense Aprili anni MDCCCLXXXVI Halas me contuli, ubi quinque per semestria in studiis ad agriculturam pertinentibus versatus sum.

Maximas gratias iis viris habeo, qui usque ad hoc tempus me agriculturam docuerunt, imprimis Guilelmo Kirchner. Is enim ut hanc dissertationem scriberem et susceptum opus perficerem, summa me adjuvit benevolentia benignitateque. Huic igitur, quamvis non liceat re meritas gratius referre, tamen non tam verbis, quam ex animi sententia plurimas hoc loco ago gratias.

Non minus gratias quam maximas ago Julio Kuehn, agricultarae Nestori, et omnibus illis viris doctissimis, qui de studiis meis optime meriti sunt, in his nominatim viris illustrissimis: Haym, Volhard, Maercker, Wüst, Kraus, Cornelius, Erdmann, Zopt, Pütz, Conrad et iis omnibus, quo audivi Rigae: Glasenapp, Kieseritzky, Groenberg, Ostwald, Gottfriedt, Hilbig, Kirstein et iis, qui rem rusticam me docuerunt: Gaabe et Creutzburg.